Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Das System der Blei-Zinkerz-Pyrit-Vererzung im Grazer Gebirge

Von

Dr. A. Tornquist, Graz

(Mit 2 Textfiguren)

Vorgelegt in der Sitzung am 21. Juni 1928

Das aus altpaläozoischen Gesteinen aufgebaute Gebirge zwischen Graz und Mixnitz ist in bestimmten Horizonten sehr regelmäßig von metasomatisch entstandenen, den jeweiligen Gesteinsschichten eingeschobenen Erzlagern durchzogen, deren Haupterze Bleiglanz, Zinkblende und Pyrit sind, denen als Lagerstättenminerale Quarz, Baryt und Eisenkarbonate beigesellt sind. Über die geologische Position, über die Beziehung dieser Erzlager zur Stratigraphie und Tektonik des Gebirges, liegen nur spärliche Angaben vor. Die von meinen Mitarbeitern und mir nunmehr in Angriff genommene wissenschaftliche Untersuchung hat Ergebnisse gehabt, welche auch von allgemeiner Bedeutung für die Erzlagerstättenforschung sind.

Das gesamte vererzte Gebiet des Grazer altpaläozoischen Gebirges besitzt eine Nord-Südausdehnung von 25 *km*, eine Ost-Westausdehnung von im Mittel 16 *km*. Es deckt demnach eine Fläche von rund 400 km^2. Die südöstlichsten Erzaufschlüsse befinden sich in Haufenreith-Arzberg[1] nordwestlich Weiz, die südwestlichsten bei Stiwoll westlich Graz. Die nordwestlichsten Erzaufschlüsse sind am Hang des Schiffalberges gegen die Ortschaft Röthelstein und die nordöstlichsten im oberen Schremsgraben bekannt.

Blei-Zink-Pyrit-Lager treten in diesem ausgebreiteten Gebirgsstück in sehr verschiedenen geologischen Horizonten auf. Sie bilden gewissermaßen einen Stockwerkbau, trotzdem sind sie alle aber Bildungen eines und desselben Vererzungsvorganges, denn die Untersuchung ergab, daß die Paragenese des Vererzungsprozesses in ihnen allen gleich verlaufen ist, und daß sie sämtlich prätektonische Merkmale, eine Beeinflussung durch eine nach ihrer Bildung erfolgte tektonische Gebirgsbewegung erkennen lassen im Sinne meiner kürzlich für die Blei-Zinkerz-Lagerstätte von

[1] Diese Lagerstätte ist soeben von Dr. Ing. L. Seewann bearbeitet worden. Ihre Beschreibung erscheint demnächst als: Die Blei-Zinkerz-Lagerstätte von Haufenreith-Arzberg in der Oststeiermark. Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark, Bd. 64, 1928.

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Rabenstein in Steiermark gegebenen Definition.[1] Trotzdem besteht zwischen den Erzlagern verschiedener geologischer Position eine Verschiedenheit in der Mineralfüllung und ergab sich eine gesetzmäßige Abwandelung der Erzkörper vom tiefsten Erzlagerzug zum höchsten im Stockwerkbau.

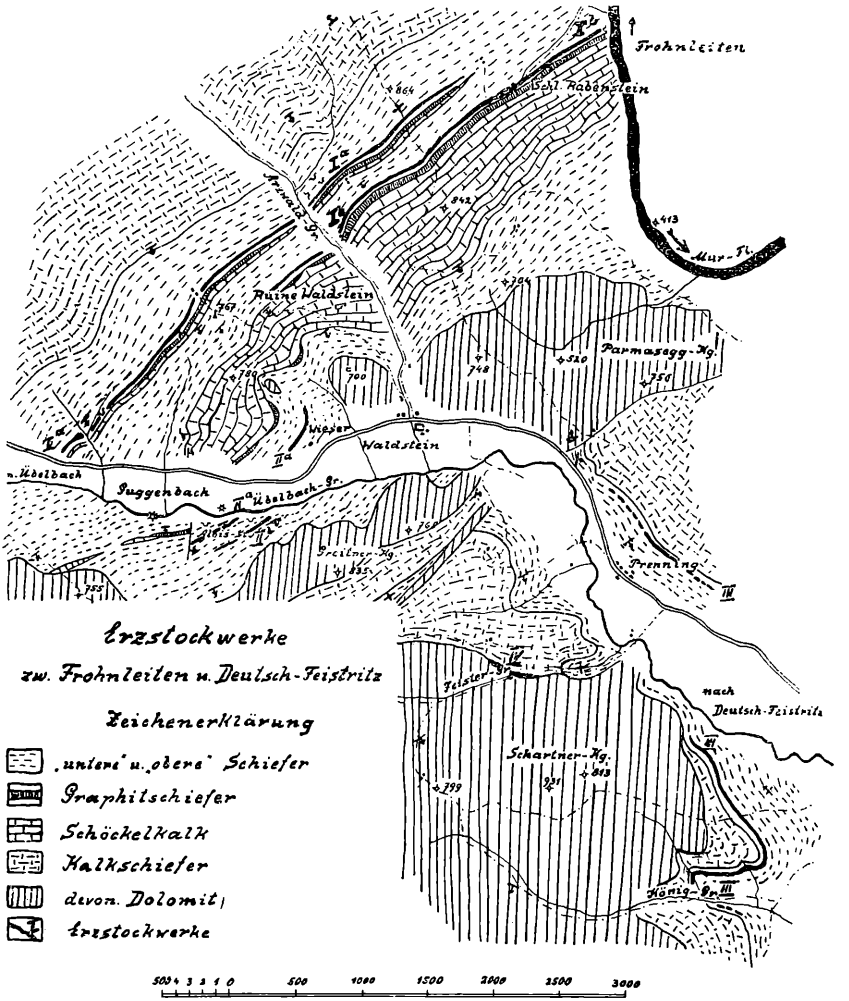

Abb. 1. Die Verteilung der Erzlagerzüge im tektonischen Bilde des Gebirges zwischen Frohnleiten und Deutschfeistritz.
I bis IV. Erzlagerzüge, vgl. p. 388 bis 389.

Um dieses Gesetz klarzustellen, wurde die geologische Aufnahme des Gebirgsbaues und der in diesem auftretenden Erzlager-

[1] A. Tornquist, Die Blei-Zinkerz-Lagerstätte von Rabenstein bei Frohnleiten im Murtal. Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark, Bd. 63, 1927.

züge sowie die eingehende Untersuchung dieser Erzlagerstätten westlich des Murtales zwischen Frohnleiten und Deutsch-Feistritz—Peggau bis Uebelbach durchgeführt, da hier die genaue Befahrung ausgedehnter Schurfbaue und das Vorkommen der verschiedensten Gesteinsserien des Grazer Altpaläozoikums auf verhältnismäßig kleinem Raum die günstigsten Vorbedingungen für die Untersuchung versprach.

1. Der geologische Bau des Gebirges.

Die geologische Basis der Untersuchung wurde durch die Aufnahme der nebenstehenden geologischen Karte geschaffen, welche in gemeinsamer Arbeit mit Herrn Dr. E. Clar entstand.

Am Westrand des kartierten Gebietes, zirka 1 *km* westlich der Kirche von Uebelbach beginnt das krystalline Gebirge der Gleinalpe. Im Gebiet der altpaläozoischen Gesteine sind zwei Decken vorhanden; die obere besteht im Aufnahmegebiet fast ausschließlich aus devonischem Dolomit. Dieser bildet im S den Gebirgsstock des Schartnerkogels und besitzt hier eine flächenförmige Verbreitung. In der Mitte der Karte quert der Dolomit nördlich und südlich Waldstein in einer schmäleren Zone das Uebelbachtal. Die Dolomitbänke sind auf eine tiefere, ebenfalls aus altpaläozoischen Gesteinen bestehende Decke aufgeschoben und liegen tektonisch diskordant stellenweise auf der Kalkschieferstufe und stellenweise auf den oberen Schiefern der unteren Decke. Die Bänke der letztgenannten Gesteine zeigen durch ihr sehr wechselndes Einfallen unter der Dolomitbasis, daß sie durch den Aufschub des Dolomits stark aufgeschürft worden sind. Die Überschiebung des Dolomits auf die untere Decke gehört in die ältere, mittelkretazische Gebirgstektonik. Durch den Eintritt der Vererzung in die Überschiebungsfläche erweist sich der Vererzungsvorgang als jünger als diese Tektonik. Die Gesteinsfolge der unteren Decke durchzieht den nördlichen Abschnitt des Gebirges mit südwest-nordöstlichem Streichen. Die tiefste Gesteinsfolge, der untere Schiefer, überquert den Arzwaldgraben; auf sie legt sich im SO der in SO fallende Schöckelkalkzug und über diesem folgen die sogenannten oberen Schiefer und dann die Kalkschieferstufe. Während das Gebirge südlich Prenning durch eine jüngere Tektonik wenig beeinflußt erscheint, sind die Gesteinsfolgen im nördlichen Gebirgsstück intensiv gegen NW gefaltet, teilweise in gegen NW überlegten Faltensätteln. An dieser Faltung hat der devonische Dolomit der oberen Decke teilgenommen, diese Faltung ist der Ausdruck einer jüngeren tektonischen Gebirgsbewegung im Alttertiär. Die Faltung haben auch die Erzlagerzüge mitgemacht und sind die prätektonischen Merkmale der Erzlager, welche ich zuerst aus dem Erzlager von Rabenstein (zitiert oben) beschrieben habe, Folgen dieser jüngeren Gebirgsbewegung. In bezug auf diese sind die Erzlager prätektonisch. Sonderbarerweise fehlt diese Faltung dem südlichen Anteil des

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

kartierten Gebirges. In diesem Gebirgsstück ist daher der Stockwerkbau der untersuchten Erzlagerzüge auch heute noch normal übereinander erhalten, während er im nördlichen Anteil durch die Faltung gestört ist, so daß dort die den einzelnen Stockwerken der Vererzung angehörenden Erzlagerzüge nicht mehr normal übereinander, sondern im Gebirge auch nebeneinander in gleicher Meereshöhe heute beobachtet werden können. Nur auf diesen Umstand ist es zurückzuführen, daß hier der Stockwerkbau durch zahlreiche Aufschlüsse und stollenmäßige Einbaue untersucht werden kann. Am Westrand des untersuchten Gebirges ist die altpaläozoische Gesteinsfolge auf das Krystallin der Gleinalpe aufgeschoben. An der Grenze wurden außerhalb des Kartenbildes Mylonite — in Marmore des Krystallin eingepreßte Amphibolitschieferbrocken — beobachtet. Westlich Uebelbach liegt auf der Grenze über dem Krystallin stark phyllitisierter oberer Schiefer in schmaler Zone mit steil südöstlichem Einfallen und dann ebenso fallender Kalkschiefer in großer Mächtigkeit. Die Überschiebung des Altpaläozoikums gehört ebenfalls der älteren Bewegung an, jedoch scheint zur Zeit der jüngeren gegen NW gerichteten Faltung eine Nachbewegung eingetreten zu sein. In der Kalkschieferstufe selbst sind durch den Aufschub Bewegungen ausgelöst worden, welche in ihnen die Bildung von graphitreichen Schiefern hervorgebracht haben, welche sich in größerer Entfernung vom Krystallin in diesem Gestein nicht vorfinden.

2. Die Phasen der Vererzung der Erzlager.

Die in das vorstehende geschilderte tektonische Bild des Gebirges auftretenden Erzlager aller Stockwerke ließen mikroskopisch ohne Ausnahme die gleiche Paragenese der sie zusammensetzenden Mineralien erkennen, welche ich im Vorjahr (zitiert oben) für die Blei-Zinkerz-Lagerstätten von Rabenstein bei Frohnleiten feststellen konnte. Der Ablauf der Vererzung erfolgte in nachstehenden Phasen:

I. Phase: Breuneritbildung mit Pyrit durch Verdrängung vorbestandenen Kalzits.

II. Phase: Blendebildung durch Verdrängung vorgebildeten Breunerits.

III. Phase: Bleiglanz-Quarzbildung mit wenig Pyrit durch Verdrängung weiteren Breunerits und geringer Resorption von Blende.

IV. Phase: Barytbildung mit wenig Bleiglanz unter Lösung weiteren Breunerits, von Blende und Bleiglanz.

Aus der mikroskopischen Untersuchung konnte ferner immer wieder die erfolgte dynamisch-tektonische Beeinflussung aller Erzlagerstätten durch die jüngere Tektonik bestätigt werden. Sie sind ohne Ausnahme prätektonisch in dem Sinne, wie ich es für die

Rabensteiner Lagerstätte beschrieben hatte. Neuerdings sind mir von Herrn Ing. Rudroff auch Erzstufen von Rabenstein übersandt worden, welche auch makroskopisch die Wirkung späterer Gebirgsbewegung erkennen lassen. Diese Erzstufen zeigen eine starke Kleinfaltung der Barytpartie mit lang ausgezogenen liegenden Falten, an welcher auch der Baryt mit eingelagerten Bleiglanzschnüren aus der IV Phase der Vererzung teilgenommen hat. Zerbrochene Blendebruchstücke sind in die Faltenumbiegungen verschoben, ähnlich wie es Seewann von Haufenreith beschreibt.

3. Die geologische Position der Erzlager, der Stockwerkbau.

Die Bildung der Erzlager erfolgte vor der jüngeren alttertiären Gebirgsbewegung, aber nach der älteren mittelkretazischen Deckentektonik. Durch die letztere sind in verschiedenen Horizonten des altpaläozoischen Gebirges Graphitschiefer gebildet worden, an deren jeweils Liegendem die größte Anzahl der einzelnen Erzlagerzüge gebunden sind. Wenn wir daher von einzelnen Stockwerken der Vererzung sprechen, so sind diese Stockwerke als innerhalb des Gebirges zu denken, wie es zur Zeit des Vererzungsvorganges bestand, also innerhalb der älteren mittelkretazischen Deckentektonik. Die Stockwerke der Erzlager sind nicht in einer stratigraphisch gegliederten Gesteinsfolge zu denken, sie entsprechen auch nicht mehr der derzeitigen Höhenlage der Gesteine im Gebirge, da sie, prätektonischer Entstehung, vor der später entstandenen jüngeren Tektonik angelegt wurden. Immerhin gelingt es, ihre Gliederung auch im heutigen Gebirgsbau noch zu erkennen.

Die Gesteinsfolge, welche zur Zeit der Vererzung mehr als heute regelmäßig übereinander bestand, ist die folgende:

C. Obere altpaläozoische Decke.

Vererzung in ihrem unteren Teil. Unterdevonischer Dolomit, darüber Barrandeikalk und mitteldevonischer Kalk.

B. Untere altpaläozoische Decke.

Zu oberst *e* Kalkschieferstufe,

d obere Phyllit-Grünschieferfolge mit Diabas- und Diabastufflagern und lokalen Graphitschiefern,

c Schöckelkalkhorizont mit der liegenden Hauptgraphitschieferzone,

b untere Phyllit-Grünschieferstufe, in welche

a ein Zug blauer Crinoidenkalk sehr regelmäßig eingelagert ist und an dessen Sohle ein unterer Graphitschiefer auftritt.

A. Krystallines Grundgebirge,

auf dessen Gliederung hier nicht eingegangen zu werden braucht [1]

[1] Man vergleiche die schöne Aufnahme des Gleinalpengebietes von Angel: Petrographisch-geologische Studien im Gebiet der Gleinalpe (Steiermark). Jahrbuch der Geolog. Bundesanstalt, 73. Bd., 1923, p. 63 ff.

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die Vererzung des Gebirges erfolgte ganz überwiegend in der unteren altpaläozoischen Decke *B*. Die tiefsten Erzlagerzüge befinden sich im Liegenden des unteren Graphitschiefers *(B a)* und des Hauptgraphitschiefers *(B c)*. Im Liegenden von *B a* liegt der Guggenbach—Arzwaldgraben-Erzzug und im Streichen wahrscheinlich der Adriacher Lagerzug. In gleicher Position befindet sich weit im S des Erzgebietes, der Haufenreither Erzlagerzug. Im Liegenden von *B c* liegt der Rabensteiner Lagerzug, im Haufenreither Revier der Raablagerzug. In der Mitte der oberen Schiefer *(B d)* liegt an der Grenze hangender grüner und liegender gelber Schiefer der Pulvermühllagerzug bei Guggenbach. An der oberen Grenze dieser Schiefer gegen die hangende Kalkschieferstufe kann über das ganze untersuchte Gebirge sehr regelmäßig das Königgrabenlager verfolgt werden. Nördlich Uebelbach kommt ferner an die Graphitschiefereinlagerungen, welche in der Nähe des Aufschubes auf das Krystallin innerhalb der Kalkschieferstufen beobachtet werden, gebunden der Schrotterlagerzug vor. Noch höher, d. h. in die obere altpaläozoische Decke *(C)* treten die Erze im untersuchten Gebirge nicht ein. Wohl aber tritt im Talboden des Feisterbaches bei Prenning an der Basis der devonischen Dolomite *(C)* gegen die unterlagernden Kalkschiefer *(B c)* noch ein 0·5 *m* mächtiges Quarzlager mit eingesprengtem Pyrit auf, welches wohl auf den gleichen Vererzungsvorgang zu beziehen sein dürfte.

Die innerhalb basaler Dolomitbreccien des devonischen Dolomites am Südhang des Röthelsteins bei Mixnitz und weiter südlich am Hochleiten auftretenden Fahlerzeinschübe[1] dürften dagegen einem anderen Vererzungsprozeß angehören. Die Untersuchung dieser Lagerstätte ist derzeit im Zuge und sind die Ergebnisse abzuwarten.

Ich unterscheide in dem untersuchten Gebirge vier Stockwerke mit fünf Erzlagerzügen, welche Äußerungen eines und desselben Vererzungsprozesses in jeweils verschiedener Tiefenstufe darstellen:

IV höchstes Stockwerk: Quarzlager an der Basis des devonischen Dolomits *(C)*.

5. Schrotterlagerzug innerhalb der Kalkschieferstufe *(B c)*.

III. Stockwerk: 4. Königgrabenlagerzug an der Grenze der oberen Schiefer *(B d)* gegen die Kalkschieferstufe *(B e)*.

II. Stockwerk: 3. Pulvermühllagerzug innerhalb der oberen Schiefer *(B d)*.

---

[1] Vgl. A. Siegmund, Neue Mineralfunde in Steiermark usw. Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark, Bd. 49, 1913, p. 115.

I. (tiefstes) Stockwerk: 2. Rabensteiner Lagerzug unter dem Hauptgraphitschiefer im Dach der unteren Schiefer *(B b)*.

1. Arzwaldlagerzug unter dem unteren Graphitschieferzug *(B a)*.

Krystallin.

Das vertikale Ausmaß dieses Stockwerkbaues kann sehr beiläufig folgendermaßen geschätzt werden:

Ursprünglicher Vertikalabstand beider Erzlagerzüge des I. Stockwerkes zirka 300 *m*.

Ursprünglicher Vertikalabstand des Königgrabenlagerzuges vom Rabensteiner zirka 500 *m*.

Ursprünglicher Vertikalabstand der Dolomitgrenze vom Königgrabenlagerzug . zirka 500 *m*.

Es würden sich demnach die einzelnen Erzlager bei ihrer Entstehung in einem vertikalen Abstand von zirka 1300 *m* voneinander befunden haben. Die altpaläozoische Gesteinsfolge ist durch den Rabensteiner Vererzungsvorgang in einem Vertikalausmaß von 1300 *m* vererzt worden.

4. Die Mineralfüllung der Erzlagerzüge.

Die Erzlagerzüge können ihrer größeren Anzahl nach in ununterbrochen regelmäßigem Verlauf durch das untersuchte Gebirge verfolgt werden. Eine Anzahl derselben treten sogar bis an die Südostgrenze des ganzen Grazer Vererzungsgebietes bis Haufenreith in der gleichen geologischen Position auf. Wie weit der geschilderte Stockwerkbau zwischen Frohnleiten und Deutschfeistritz allerdings auch über das Untersuchungsgebiet hinaus anhält, bedarf noch zukünftiger Beobachtung.

Aber auch die heute über das gesamte Vererzungsgebiet nachzuweisenden Erzlagerzüge sind in bezug auf ihre Erzführung recht absätzig. Diese Erzabsätzigkeit ist teilweise eine primäre, indem über größere Erstreckung besonders durch den in der 4. Vererzungsphase in die Lagerstätte eingetretenen Baryt eine fast vollständige Resorption der in der 2. Phase gebildeten Blende und des in der 3. Vererzungsphase abgesetzten Bleiglanz erfolgte, so daß die Lagerstätte in diesen Lagerteilen ausschließlich aus einem nur von dünnen Bleiglanzschnüren durchzogenen Baryt in der gesamten Mächtigkeit des Lagers besteht. In ähnlicher Weise kann während der 3. Vererzungsphase partienweise überwiegend Quarz und nur sehr wenig oder gar kein Bleiglanz gebildet sein.

Das Erzlager kann ferner primär durch das lokale Fehlen der hangenden Graphitschieferzone nicht zur Bildung gekommen sein. Dieser Fall tritt offenbar selten ein, ist aber im Murstollen des Rabensteiner Bergbaues beobachtet worden. Sekundär können

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

die Erzlager aber durch Verdrückung während der jüngeren Gebirgsbewegung auf eine bestimmte Erstreckung verquetscht oder auch ganz zerstört sein (Aloisstollen).

Jede der Erzlagerzüge besteht aus mehreren Erzlagern, für welche aber keine regionale Verbreitung anzunehmen ist.

Die vollständigste Beteiligung aller im Vererzungsvorgang gebildeten Lagerstättenminerale weisen die Erzlagerzüge des tiefsten (I.) Stockwerkes auf, zugleich sind diese die an Blei- und Zinkerzen reichsten und als solche der Hauptgegenstand des jahrhundertenalten Bergbaues unseres Gebietes gewesen. Pyrit tritt in ihnen nur untergeordnet auf. Zwischen dem tiefen Lagerzug des I. Stockwerkes, dem Arzwaldlagerzug, und seiner durch Bergbau verfolgten ununterbrochenen Fortsetzung südlich des Uebelbachtales, dem Guggenbacher Lagerzug einerseits und dem oberen Lagerzug dieses Stockwerkes, dem Rabensteiner Lagerzug anderseits besteht insofern eine prinzipielle Verschiedenheit, als der tiefere Lagerzug eine Zinkblendelagerstätte ist, in welcher die Blende weitaus den Bleiglanz der Menge nach überwiegt, während der Rabensteiner Lagerzug eine Bleiglanzlagerstätte darstellt, in welchem die Bleiglanzführung den Blendegehalt weit übertrifft.

Der Arzwaldlagerzug ist durch das untersuchte Gebirge mit einer ununterbrochenen streichenden Entwicklung über 7 *km* verfolgt worden, ohne beiderseits sein Ende zu finden, vielmehr erstreckt sich dieser Lagerzug nach NO sehr wahrscheinlich in die Adriacher und gegen SW in die Stübinger Zinkbleilagerstätte. Im Arzwaldgraben sind die alten Baue derzeit auf 220 *m* wieder gewältigt und konnten von mir untersucht werden, bezüglich der früheren Aufschlüsse im SW über den Toppbauer bis Guggenbach und in den alten Guggenbacher Bauen südlich des Uebelbachtales liegt die eingehende Beschreibung von W. Setz aus dem Jahre 1902[1] vor. Im Arzwaldgraben besteht dieser Lagerzug aus drei Erzlagern, von denen das Liegende sehr absätzig und nur wenig vererzt ist (Antonistollen). Das hangende Lager befindet sich unmittelbar im Liegenden des unteren Graphitschieferzuges *(B a)*, ist bisher aber nur wenig verfolgt worden und zeigte sich nur als ein Zug reiner Blendelinsen. Das mittlere Erzlager ist das mächtige, anhaltende und erzreiche. Seine Mächtigkeit überschreitet häufig 1 *m*. Die hangenden 0·4 *m* bestehen aus Bänderbaryt, welcher an der Basis Bleiglanzschnüre aufnimmt, unter ihm folgt ein in der Mächtigkeit schwankender Blendestreifen, sodann wieder Baryt mit Breuneritresten und bis 4 *cm* mächtigen Bleiglanzzügen, unter welchen eine mit Blende, Pyrit und Bleiglanz imprägnierte Schieferzone folgt, welche von wenig Baryt unterlagert wird. Das

[1] W. Setz: Die Erzlagerstätten der Gegend von Deutschfeistritz—Peggau, Frohnleiten, Uebelbach und Thalgraben. Zeitschrift für praktische Geologie 1902, p. 357. Diese Arbeit enthält eine sehr wertvolle Beschreibung früherer Aufschlüsse in diesem Bergbaugebiet.

Erzlager verflächt im Arzwaldgraben mit 50 bis 70° in SO. W. Setz beschreibt den gleichen Lagerzug südlich Guggenbach im alten Guggenbacher Bergbau als fast ausschließliches Zinkblendelager, er unterscheidet auch hier zwei Erzlager, von denen das Hangende unmittelbar unter dem Graphitschiefer ebenfalls nur Blende führt (Franziska- oder Hauptlager). Die Blendeführung muß hier anhaltend und mächtig gewesen sein, da vom Ausbiß bis zur Talsohle ein sehr umfangreicher Abbau umgegangen ist.

Setz beschreibt das Erzmittel dieses Lagers als »fast bleifreie Blende, die häufig in derben, dunklen bis lichtbraunen Massen oder als parallel zu den Schichten eingelagerte Trümmer auftritt«.

Etwa 35 *m* tiefer senkrecht zum Lager gemessen tritt das Liegendlager auf, welches auch hier durch anhaltende Bleiglanzführung neben Blende und Pyrit ausgezeichnet ist. Setz hat es an keiner Stelle gut aufgeschlossen beobachtet. Ein weiteres Liegendlager ist im Guggenbacher Bergbau nicht bekannt. Östlich Übelbach am Schankkogel sind diese Lager als reine Barytlager entwickelt.

Der Rabensteiner Lagerzug besteht aus dem Haupt- oder Hangendlager, welches 1 bis 3 *m* unter der geschlossenen Partie der Hauptgraphitschiefer im Liegenden des Schöckelkalkzuges auftritt. Dieses Lager enthält vorwiegend Bleiglanz im Verband mit Blende und sehr wenig Pyrit. Ich habe seine Struktur im Vorjahr genau beschrieben (zitiert oben). 90 *m* in seinem Liegenden tritt das gleich zusammengesetzte I. Liegendlager dieses Zuges auf. Unter ihm folgt nach Setz ein II. aus reiner Blende aufgebautes Liegendlager und schließlich ein III. vorwiegend Bleiglanz und Quarz enthaltendes Liegendlager. Es liegt nach der Beschreibung von Setz immer noch die Möglichkeit vor, daß das II. und III. Liegendlager bereits dem Arzwaldlagerzug angehört, die Entscheidung hierüber könnte nur eine neuerliche Untersuchung der Grubenaufschlüsse und besonders der verbindenden Querstrecken ergeben. Sonderbarerweise ist der erzreiche Rabensteiner Lagerzug niemals in seiner Auslängung gegen SW verfolgt worden. Der Grund dieser Unterlassung während der langen Zeit intensiver Bergbautätigkeit in diesem Gebiet ist darin zu erblicken, daß irrtümlicherweise bis heute die Ansicht bestanden hat, daß der Arzwaldgraben—Guggenbacher Lagerzug die südwestliche Fortsetzung des Erzzuges bei Rabenstein sei. Erst die nunmehr erfolgte genaue geologische Kartierung hat unzweifelhaft ergeben, daß es sich hier um zwei völlig getrennte übereinander gelegene Erzlagerzüge handelt, welche den auf der vorstehenden Karte (p. 384) erkennbaren Verlauf durch das Gebirge nehmen. Die Ausrichtung des Rabensteiner Lagerzuges im Abschnitt des Arzwaldgrabens bildet daher die vornehmlichste Aufgabe des zukünftigen Bergbaues in dem untersuchten Gebiet. Man ist heute im Begriff, den Rabensteiner Lagerzug im gleich zu behandelnden Pulvermühlstollen (Aloisstollen) zu erschließen.

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Der im II. Stockwerk vorhandene Pulvermühllagerzug besteht aus einem schwach vererzten Hangendlager und dem Aloislager oder Hauptlager dieses Zuges. Beide Erzlager sind fast reine Bleiglanzlager. Blende fehlt in ihm zumeist völlig oder tritt in sehr geringer Menge auf. Außer den Karbonaten der I. Vererzungsphase setzen sich diese Lager fast nur aus Quarz und Bleiglanz zusammen, neben denen allerdings niemals der Pyrit fehlt. Baryt ist ebenfalls in keinem heute bestehenden Aufschluß dieser Erzlager angetroffen worden. Das Pulvermühlhangendlager ist in einem kurzen Schurfstollen bei der Holzbrücke östlich der Pulvermühle bei Guggenbach an der Basis des rechtsseitigen Gehänges des Uebelbachtales aufgeschlossen. Es ist ein absätziges Lager ohne wirtschaftliche Bedeutung. In grüne Schiefer eingelagert findet sich eine auffallend grobspätige, lichte bis rosagefärbte Brenneritmasse, welche von jungen Kalzitadern durchzogen ist. Inmitten dieser Breunerite treten Züge von feinkörnig derbem, mit etwas Graphit vermengtem Pyrit oder von isolierten idiomorphen Pyritkrystallen auf. Es lassen sich im Breunerit ferner sparsame, aus Quarz und Bleiglanz bestehende Züge wahrnehmen. Blende konnte nicht erkannt werden. Das diesem gegenüber erzreiche Pulvermühlhaupt- oder Aloislager ist im Aloisstollenbau, 200 *m* westlich des vorerwähnten Schurfstollens mit 37 *m* im Streichen und mit zirka 20 *m* in einem tonlägigen Gesenk überfahren. Dieses Lager zeigt wenigstens im südlichen Teil des untersuchten Gebietes ein gutes Anhalten. Es läßt sich über das Uebelbacher Tal auf das nördliche Gehänge beim »Wiesner« verfolgen, wo es ebenfalls mit zirka 85° in SO an der Berglehne bis hoch über dem Talboden im Ausbiß gut erkannt werden kann. Im Aloisstollen ist die Schichtenlagerung insofern eine komplizierte, als die Partie der oberen Schiefer, welche das Aloislager enthält, im hinteren Stollen auf eine mächtige, Kalkknollen enthaltende Graphitschieferpartie in westlicher Richtung schräg aufgeschoben ist. Die Aufschlußarbeiten in den Graphitschiefern haben bisher das Liegende dieser Graphitschieferzone noch nicht erreicht. Es unterliegt aber keinem Zweifel, daß es sich um die Hauptgraphitschieferzone *(B c)* handelt, in deren Liegendem der Rabensteiner-Lagerzug liegen muß. Diese Überschiebung gehört der jüngeren Gebirgsbildungsphase an, an ihr ist der liegende, nahezu senkrecht zur Überschiebungsbewegung streichende Graphitschiefer nicht einmal geschleppt worden. Das Aloislager liegt an der unteren Grenze serizitreicherer Grünschiefer gegen liegende lichtgelbe Schiefer. Es ist in der Nähe der jüngeren Überschiebung außerordentlich gestört und ausgelöst worden. Karbonate sind in diesem Hauptlager nur noch in sehr geringer Menge als spätiger Breunerit vorhanden. Der Hauptsache nach besteht das Lager aus derbem Quarz, in dessen Mitte eine bis zu 25 *cm* mächtige derbe ab- und anschwellende Bleiglanzregion eingelagert ist. Am Hangendsalband treten absätzige sehr feine und stets ganz untergeordnete

© Verlag Akademie der Wissenschaften, Wien; download unter www.biologiezentrum.at

ıdesäume auf, unter diesen befindet sich ein durchlaufendes es ab und zu in grobkrystalline Züge übergehendes Pyrit- l. Das untere Salband wird von mehreren dünnen Blei- ızzügen durchzogen. Baryt konnte keiner gefunden werden. mikroskopische Untersuchung von Erzstufen des Aloislagers b eine Korrosion des Pyrits durch den Quarz, es schwimmen r oder minder angelöste Pyritpartien in dem groben Quarz. handelt sich also um einen Pyrit der I. Vererzungsphase (vgl. 36). Das Aloislager zeigt eine Mineralfüllung nur aus der I. und Vererzungsphase.

Die Mineralfüllung dieses dem II. Stockwerk angehörenden ermühllagerzuges weicht grundsätzlich von der Mineralfüllung Erzlagerzüge des I. Stockwerkes ab, obgleich die Phasen- :zung beider im Grunde die gleiche ist. Im III. Stockwerk der oberen Grenze der oberen Schiefer *(B d)* gegen die lagernde Kalkschieferstufe *(B c)* befindet sich der im unter- ten Gebirge außerordentlich regelmäßig anhaltende König- ɔenlagerzug. Leider ist er derzeit im Untersuchungsgebiet :nds aufgeschlossen. Alte Stollenbaue finden sich in ihm in n nördlichen Seitengraben des Königgraben zwischen Deutsch- ·itz und Stübing. Durch leicht auffindbare limonitische, Lager- z enthaltende Ausbisse konnte dieser Lagerzug aber am Ost- des Schrattnerkogels und oben am Berghang nordwestlich ning konstatiert und auf die Karte eingetragen werden. Es ist bekannt, ob dieser Lagerzug aus mehr als einem Lager :ht. Der Königgrabenlagerzug ist ein ziemlich reines Pyrit- , welches von Lagerquarz durchsetzt ist und, wenn über- :t, nur sehr untergeordnet Bleiglanz oder gar Blende führt. yt fehlt ihm völlig.

Das III. Stockwerk erhielt demnach entgegen dem tieferen viel stärkere Pyritausscheidung, ihm fehlt die Blende und der III. Vererzungsphase stieg nur noch der Quarz nahezu Bleiglanz in dieses Stockwerk empor.

Das IV. Stockwerk enthält überhaupt keine nennenswerten ıengen mehr. In ihm setzte sich aus den Mineralisatoren nach Bildung der Eisenkarbonate mit spärlichem älterem Pyrit noch der Quarz der III. Vererzungsphase ab. Nördlich Uebel- sind in den beiden Schrotterstollen und an der Basis des nischen Dolomits im mittleren Feistergraben südwestlich ning solche Bildungen aufgeschlossen. Das Nordgehänge des :lbachtales östlich und westlich des Ortes ist von einer breiten, NO streichenden Zone der Kalkschieferstufe aufgebaut. Gleich das schmale Phyllitband zu dem Gleinalpkrystallin und dieser die auf p. 386 beschriebene starke dynamometamorphe Ver- rung an der Überschiebungsfläche zeigt, so sind auch noch ɔewegungen innerhalb der Kalkschieferstufe als Folgeerscheinung

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Graphitschiefereinlagerungen geführt haben, welche im übrigen Untersuchungsgebiet nicht zu beobachten sind. An das Liegende dieser lokalen Graphitschiefereinschübe sind 1 bis 2 *cm* mächtige Quarzzüge mit Breunerit gebunden, in denen spärlich eingesprengte Pyritkrystalle auftreten. Die meist in den Lagerflächen der Kalkschiefer eingeschobenen Quarzlager sind sparsam durch ein Netz quer zur Schichtung gestellter Quarzzüge verbunden. Diese untergeordnete Bildung stellt die nur noch sehr schwache und absätzige Reaktion des Vererzungsvorganges in diesem höchsten Stockwerk dar. Im Devon der oberen Decke *(C)* sind keine Spuren mehr feststellbar. Das an der Basis des devonischen Dolomits im oberen Feistergraben auftretende Quarzlager ist, wie die Begehung dieser Grenze an zahlreichen Punkten zeigte, eine vereinzelte Bildung.

5. Das Gesetz der Vererzung im Stockwerkbau der Erzlager.

Aus dem vorstehenden ergibt sich, daß die Mineralfüllung der im Stockwerkbau übereinander gelegenen Erzlagerzüge von unten nach oben eine allmähliche und gesetzmäßige Veränderung aufweist. Die Vererzung durch die aus der Tiefe aufgestiegenen Mineralisatoren erfolgte vom Liegenden zum Hangenden in einer gesetzmäßigen Abwandlung. Verständlich wird dies bestehende Gesetz der Vererzung im Stockwerkbau, wenn wir den Befund zu den von mir zuerst im Rabensteiner Erzlager festgestellten vier voneinander getrennten Phasen, in welchen sich der Vererzungsvorgang vollzogen hat, in Beziehung bringen.

Eine Zusammenstellung der gemachten Befunde zeigt die schematische Zeichnung in der Abbildung 2 und die folgende Zusammenstellung:

IV (höchstes) Stockwerk:

Quarzlager an der Basis des Dolomits **SiO_2**[1] mit spärlichen FeS_2.

5. Schrotterlagerzug: Breunerit, **SiO_2** mit spärlichem FeS_2.

III. Stockwerk:

4. Königgrabenlagerzug: **FeS_2**, SiO_2.

II. Stockwerk:

3. Pulvermühllagerzug: Absätziges Hangendlager: Breunerit, FeS_2, SiO_2, sehr wenig PbS.

Aloislager: **PbS-SiO_2**, FeS_2, wenig ZnS und Breunerit.

[1] Die fettgedruckten Minerale sind die im Erzlager führenden.

I. Stockwerk:

2. Rabensteiner Lagerzug:	Hauptlager: **PbS**, SiO_2, ZnS, Baryt, Breunerit, wenig FeS_2.
	Liegendlager: **PbS**, SiO_2, ZnS, Baryt, Breunerit, wenig FeS_2 (weitere Liegendlager dieses Zuges zweifelhaft, vgl. p. 391).
1. Arzwaldlagerzug:	Oberes Lager: **ZnS**.
	Hauptlager: **ZnS**, PbS, SiO_2, Baryt, Breunerit, wenig FeS_2.
	Liegendlager: **ZnS**, PbS, SiO_2, Baryt, Breunerit, wenig FeS_2. Krystallin.

Der Ablauf der vier Phasen des Vererzungsvorganges in den einzelnen Stockwerken ist demnach folgendermaßen erfolgt:

I. Phase der Vererzung.

Breuneritbildung mit Auskrystallisation von Pyrit.

Die Bildung von Breunerit unter Verdrängung vorbestandener eisenfreier Karbonate läßt sich in allen Erzlagern des I. und II. Stockwerkes erkennen. Das Auftreten von Breunerit im Königgrabenlager (III. Stockwerk) bleibt vorläufig noch ungewiß. Die der gleichen Vererzungsphase angehörende Bildung von Pyrit erfolgte im I. und II. Stockwerk sehr spärlich, im III. Stockwerk ging sie sehr reichlich vor sich, wurde aber im IV. Stockwerk nur mehr in geringem Ausmaß fortgesetzt.

II. Phase der Vererzung.

Blendebildung.

Die Abnahme der Blende als Lagerstättenmineral genau mit der Stockwerkhöhe ist im Vererzungsbild überaus klar ausgeprägt. Eine reichliche Blendebildung erfolgte ausschließlich im untersten (I.) Stockwerk, selbst in diesem wird die Blende im tieferen Arzwald-Guggenbachlagerzug zum führenden Haupterz, während bereits im Rabensteiner Lagerzug der Bleiglanzgehalt den Blendegehalt übertrifft. Im II. Stockwerk tritt Blende nur im tieferen Lager, im Aloislager und auch in diesem nur ganz untergeordnet auf. In höher gelegenen Erzlagern konnte Blende nicht mehr festgestellt werden.

III. Phase der Vererzung.

Bleiglanz-Quarzbildung.

Umgekehrt wie die Blende nimmt die Bleiglanzführung innerhalb des I. Stockwerkes vom tieferen Arzwaldlagerzung zum höheren Rabensteiner Lagerzug zu. Sie hält dann in unverändertem

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Maße bis in das II. Stockwerk an. Der Arzwald-Guggenbacher Lagerzug enthält Blendelager, der Rabensteiner und der Pulvermühllagerzug Bleiglanzlager. Die Bleiglanzführung verliert sich erst im Pulvermühlhangendlager und in den höheren Lagerzügen. Der gleichzeitig mit dem Bleiglanz gebildete Quarz erreicht aber erst im Aloislager sein Maximum, um bis zur höchsten erkennbaren Vererzungsstufe als führendes Lagerstättenmineral anzuhalten. Der Quarz ist dasjenige Mineral, welches von dem Stockwerkbau der Lagerzüge am unabhängigsten erscheint.

Gleichzeitige geringe Bildung eines jüngeren Pyrits, wie er im Rabensteiner Lager von mir festgestellt worden ist, spielt ebenfalls in keinem Erzlager einer höheren Stufe eine besondere Rolle.

IV. Phase der Vererzung.

Barytbildung mit wenig Bleiglanz.

Die Barytausscheidung erfolgte in reichlichem Ausmaß ausschließlich im tiefsten Stockwerk, und zwar ist die Anteilnahme des Baryts am Aufbau des Arzwald-Guggenbacher Lagerzuges annähernd die gleiche wie diejenige am Aufbau des Rabensteiner Lagerzuges. Während sich die Neubildung der Lagerstättenminerale der II. bis III. Phase vornehmlich durch immer weiter fortschreitende Verdrängung von Breunerit vollzogen hat, so daß das heute in der Lagerstätte bestehende Verhältnis von Pyrit, Blende und Bleiglanz noch annähernd das Verhältnis der wirklich zur Ausscheidung gekommenen Erze darstellt, vollzog sich zur Zeit der Barytbildung eine intensive Lösung dieser Erze. Sowohl im Arzwaldlagerzug als auch im Rabensteiner Lagerzug kann es stellenweise zu einer so starken Erzvertaubung kommen, daß die Lagerstätte nur fast noch aus Baryt besteht. Im Arzwaldlagerzug gilt dies in der Region nördlich Guggenbach, wo teilweise weißen Baryt führende Barytlager im Liegenden der Kalkeinlagerung *(Ba)* in dem zum Schankkogel hinaufziehenden Talriß aufgeschlossen sind. Im Rabensteiner Lager ist die Barytführung in dem Mauerhofer Stollen aufgeschlossenen Lagerteil stellenweise eine überragende. Die Barytbildung konnte bisher noch nicht im II. Stockwerk festgestellt werden. Die beiden Pulvermühllager ebenso wenig wie die höheren Erzlager erscheinen barytfrei.

Das Bild der Vererzung läßt demnach in dem untersuchten Gebirge das folgende Gesetz erkennen: Die Ausscheidung von Breunerit erfolgte in allen Stockwerken gleichmäßig, Pyrit wurde ebenfalls in allen Tiefenstufen gebildet; seine Bildung nimmt aber durch das I. und II. Stockwerk allmählich zu, um sich im III. Stockwerk plötzlich intensiv zu steigern. Blende ist eine Bildung der tiefen Stockwerke, die gebildete Menge ist im tiefsten Lagerzug die größte, der tiefere Lagerzug des II. Stockwerkes ist bereits sehr arm an Blende, in noch höheren Stufen wurde sie überhaupt nicht mehr gebildet. Die Bleiglanzbildung vollzog sich

in den Lagerzügen des I. Stockwerkes und im II. Stockwerk annähernd in unveränderter Intensität. Lediglich wegen der zurücktretenden Blende und der ständig geringen Pyritbildung wird sie im Aloislager des II. Stockwerkes zum führenden Erz. Das Pulvermühlhangendlager ist dann bleiglanzarm und konnte Bleiglanz in höheren Lagern nicht mehr nachgewiesen werden. Die Barytbildung ist auf das tiefste Stockwerk beschränkt. In schematischer

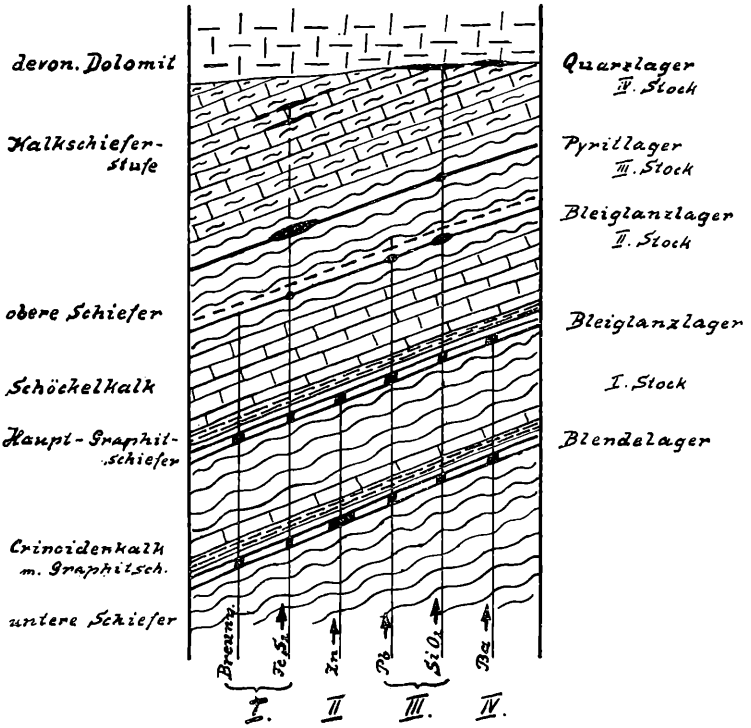

Abb. Das Erzlagerstockwerk innerhalb der altpaläozoischen Gesteine zwischen Frohnleiten und Deutsch-Feistritz in Steiermark.

I. bis IV. (unten). Die vier Phasen des Vererzungsvorganges. — I. Stockwerk (Blendelager des Arzwald-Guggenbacher Lagerzuges) und Bleiglanzlager des Rabensteiner Lagerzuges. — II. Stockwerk, barytfreies Bleiglanzlager des Pulvermühllagerzuges. — III. Stockwerk, Pyritlager des Königgrabenlagerzuges. — IV. Stockwerk, Quarzlager nördlich Uebelbach und an der Sohle des devonischen Dolomits der höheren tektonischen Decke.

Darstellung erscheint die Anteilnahme der Lagerstättenminerale an dem Aufbau der Lagerstättenzüge in der nebenstehenden Abbildung 2.

Man könnte die festgestellte Abhängigkeit der Lagerstättenmineralbildung von der Tiefenstufe darauf zurückzuführen versuchen, daß die Mineralisatoren der vier Vererzungsphasen jeweils nur bis zu einer bestimmten Höhe im Gebirge aufgestiegen sind.

© Verlag Akademie der Wissenschaften, unter www.biologiezentrum.at

Diese Annahme erscheint aber wenig wahrscheinlich, denn der gleichzeitig mit dem Bleiglanz ausgeschiedene Quarz ist bis zu den höchsten Lagern hingeleitet worden, während der Bleiglanz sich nur bis in die Mitte des Stockwerkbaues bildete. Ebenso steht die Zunahme der Pyritbildung bis zum III. Stockwerk einer solchen Annahme entgegen. Die gesetzmäßige Verteilung der während des Vererzungsvorganges in der zirka 1300 *m* umfassenden Tiefenerstreckung der Lagerstätte kann nur auf die für die verschiedene Tiefe wechselnd eingestellte chemische Aktivität der aufsteigenden Mineralisatoren zurückgeführt werden, bei welcher die ständige Abnahme des herrschenden Druckes und das Temperaturgefäll von Einfluß gewesen sind. Auf die metasomatische Ausscheidung muß besonders das letztere einen bemerkenswerten Einfluß gehabt haben. Drei der besprochenen Erzlagerzüge haben ihre Vererzung in einer gewissen Entfernung vom Liegenden impenetrabler Graphitschieferlagen erfahren, ein anderer Lagerzug (3) ist dort zur Ausscheidung gekommen, wo sich ihnen ein Grünschiefer mit dichterer Serizitausscheidung entgegenstellte, während das Königgrabenlager im Liegenden der tiefsten Schieferhäute der Kalkschieferstufe entstand. Für die Mineralausscheidung in dieser Lagerstätte ist es ferner von Bedeutung, daß es mir nirgends geglückt ist, in der Gesteinsfolge Erzzubringer in Form aus der Tiefe quer durch die Schichten aufsteigender Erzgänge zu beobachten. Alle Klüfte, welche die Erzkörper durchsetzen, sind ohne Mineralausscheidung, meist verwerfen sie die Lagerstätten oder zerrütten sie, sind also jünger. Nur an einer Stelle im Gesenk des Pulvermühlstollens ist ein mit Quarz, aber ohne Erz ausgefülltes Kluftsystem, welches von NNO-SSW streicht und mit 65° in WNW verflacht, zu beobachten. Die Erzlager selbst sind aber den Schichtungsflächen der Gesteine eingeschoben und nur ab und zu werden schräg zur Schichtung verlaufende vererzte Trums als Verbindungen einzelner Lagerteile wahrgenommen.

Der Hauptsache nach müssen die Mineralisatoren sehr langsam unter osmotischer Durchdringung der mächtigen Gesteinsfolge aufgestiegen sein und nur dort, wo klüftige Gesteinsserien, wie Schöckelkalk oder Diabaslager sich ihnen entgegenstellen, kam es zu einem schnelleren Auftrieb. Der Absatz der Lagerstättenmineralien erfolgte dort, wo der Aufstieg unterhalb schwer durchlässiger Gesteine aufgehalten wurde. Wurden an solchen Horizonten zur Metasomatose besonders geeignete krystalline Kalzitmassen angetroffen, so setzte der metasomatische Vererzungsvorgang an ihnen ein.

6. Der Vorgang der Vererzung.

Man kann sich den Vorgang der Vererzung im Bereiche der beiläufig 1300 *m* mächtigen Gesteinsfolge etwa folgendermaßen denken. Die anfangs Eisenhydrokarbonat und H_2S führenden aufsteigenden Mineralisatoren vollzogen an vorbestandenem Kalzit

aller Tiefenstufen der tieferen altpaläozoischen Decke eine langsame metasomatische Bildung von Breunerit. Gleichzeitig wurde mit der Höhe in zunehmender Menge entsprechend des ständig beim Aufstieg stärker freiwerdenden H_2S Pyrit gebildet. Die Pyritbildung erreichte im III. Stockwerk ihr Maximum und trat in den noch höheren Lagen langsame Erschöpfung ein. In der II. Phase stieg $ZnCl_2$ im Mineralisator auf, aus welchem bereits im I. Stockwerk ein schneller Absatz von ZnS erfolgte, so daß das $ZnCl_2$ bereits im I. Stockwerk nahezu vollständig gefällt war. Dann erfolgte ein höher temperierter Aufstieg, während dessen vom Mineralisator SiO_2, $PbCl_2$ und H_2S zugeführt wurden; wiederum wird das Bleimetall verhältnismäßig schnell gefällt, wenn auch weniger lokalisiert und schnell wie das Zink. Die Bleiglanzbildung in der III. Phase erfolgte im Gegensatz zur Blendebildung noch reichlich im II. Stockwerk. SiO_2 bleibt aber bis in die höchsten Stockwerke in Lösung, es setzt sich in stärkerem Maß erst im II. Stockwerk ab, sein vollständiger Absatz hält aber auch durch alle Stockwerke an. Der Mineralauftrieb dieser III. Phase erscheint als der stärkste während des gesamten Vererzungsprozesses. Die IV Phase der Vererzung führte der Lagerstätte $BaCl_2$, H_2SO_4 und H_2S zu. Es trat eine sehr heftige Reaktion schon im Bereich des I. Stockwerkes ein, welche zu einer weitgehenden Wiederlösung der älteren Lagerstättenbestandteile führte. Die Fällung von Baryt erfolgte in ausgiebigem Ausmaß, so daß die Neutralisierung des Mineralisators dieser letzten Vererzungsphase beim Aufstieg in das II. Stockwerk bereits vollendet war und eine Auswirkung auf die höheren Erzlagerzüge nicht mehr eintreten konnte.